
中国地震学会团体标准

《工程选用强震动记录规程》征求意见稿

编制说明

(一) 任务来源、计划编号等基本情况

2015 年 6 月 26 日：依据中震财函〔2015〕68 号“关于签订 2015 年度地震行业科研专项经费项目任务书的通知”编写项目任务书。

2015 年 9 月 15 日：签订地震行业科研专项经费项目“强震动记录选取标准及工程应用研究”任务书（201508005）

2019 年 12 月，项目验收通过。

(二) 标准编制的背景、目的和意义

我国数字强震动台网自 2008 年全面运行以来，获取了一大批具有工程应用价值的强震记录，如汶川地震，芦山地震，玉树地震，鲁甸地震等，为我国强震动记录应用提供了大量宝贵的观测数据。随着计算机性能的不断提高，结构弹塑性建模软硬件技术的日益成熟，弹塑性时程分析的应用范围越来越广，我国《GB 50011-2010 建筑抗震设计规范》明确规定了结构弹塑性时程分析应当有不低于 2/3 的天然强震

记录参与。作为结构弹塑性动力时程分析中不确定性的主要来源，合理的选择天然输入地震动已成我国工程地震领域与结构抗震分析领域亟待共同解决的问题。针对目前强震记录与现实工程需求之间的衔接问题，以及强震记录从处理到使用的混乱现状，有必要从工程应用角度首先对强震记录的处理校正提出规范和要求，同时结合国内外强震记录数据库的特点与近十年工程记录选取的经验，考虑与现有建筑物抗震设计与场址地震安全性评价思路与规定衔接，对天然强震动的记录选取提出一份具有指导性的规程《强震动记录工程选用规程》。

(三) 工作简况

(1) 工作组的组成单位、主要起草人

本标准由中国地震局工程力学研究所、河海大学负责起草，哈尔滨工业大学、华东建筑设计研究院有限公司、中国建筑科学研究院有限公司、中国核电工程有限公司、天津大学、四川大学、哈尔滨工业大学（深圳）、天津城建大学、湖北地震局、上海地震局、大连交通大学、中建三局集团有限公司参加起草。

本标准主要起草人：温瑞智、冀昆、任叶飞、于晓辉、王宏伟、吕大刚、刘中宪、巴振宁、戴靠山、李波、李恒、安东亚、张锐、孙晓颖、乔雨蒙、曹徐阳、杜轲、柏文、何日腾、赵鹏、周同来

(2) 主要工作过程、工作组会议的主要议题和结论等。

本编制过程中规程主要工作有：

(1) 针对我国大陆地区强震动记录处理和建筑抗震规范时程计算中的多个环节进行分析，针对其中强震动记录的来源，处理方法，地震信息与场地信息选取，以及记录调幅方式，匹配方式等进行了专门单独研究和论证。规范了基于抗震规范目标设计谱的建筑工程强震动记录选取流程与技术方法，初步完成相应规程。

(2) 对匹配场地地震危险性特征的工程场地强震动记录选取工作进行调研。有效衔接概率与确定性地震危险性分析工作，以确定设定地震；进而依托条件均值谱的概念构建记录选取目标谱，同时选取记录，针对其中的关键技术环节：设定地震解耦，条件均值谱构建，记录匹配等均做了大量基础研究，完成相应规程内容。

(3) 调研国内外抗震规范中的记录选取条款现状。收集了美国，欧洲，新西兰，以及我国抗震规范中的记录选取条款，进行对比和讨论，保留适合我国国情的相关条款。

(4) 关键节点会议

2015 年 8 月 19 日 中国地震局工力所召开“强震动记录选取标准及工程应用研究”项目启动会，确定主要规程大纲和编写依据。

2015 年 11 月 9 日 中国地震局工力所召开强震动记录

选取及相关标准研讨会，梳理完成主要内容；

2016 年 6 月 15 日 中国地震局工力所召开强震动记录选取及相关标准研讨会，初步征求相关专家和从业人员和意见，对初稿提出修改意见。

2018 年 9 月 19 日 在北京召开规程研讨会，邀请相关专家对规程内容进行了审查，并进一步修改完善了规程文字。

2019 年 3 月 29 日，中国地震局工力所召开规程研讨会，征求多个单位的专家意见，进行反馈修改。

2020 年 7 月 21 日，经中国地震学会审批，本文件在全国团体标准信息平台及学会官网进行立项公示，文件名称初定为《工程选用强震动记录标准》

2020 年 12 月 31 日，立项国家重点研发计划政府间国际科技创新合作重点专项（中美），与美国加州大学洛杉矶分校合作，针对强震记录数据库 **Flatfile** 进行开发。

2021 年 10 月 1 日，针对强震记录数据库 **Flatfile** 建设，中国地震局工力所召开规程研讨会，征求多个单位的专家意见，进行反馈修改。

2022 年 12 月-2024 年 12 月，在基础数据库及方法研究取得阶段性成果后，为加快推进标准编制，由主编单位牵头正式成立了规范编制工作组。编制组召开启动会议，明确了任务分工。在充分探讨实际工程抗震分析需求的基础上，确立了以“数据获取-数据处理-目标谱确定-记录初选-调幅匹配

-结构输入”为主线的全流程技术框架，并完成了规程初稿的撰写。编制组本着科学严谨的态度，先后组织召开了 10 余次内部技术研讨会。针对国内外相关抗震规范的衔接、调幅系数上下限的界定、单条记录离散性控制等核心争议点进行了反复论证。对原章节结构进行了合理拆分与重组，先后形成了四版工作组讨论稿（合稿-V4）。

2025 年 6 月 10 日，专家技术审查与文件更名。编制组邀请了国内地震工程学、结构抗震设计及工程安全性评价领域的权威专家召开了技术审查与咨询会议。专家组对规程草案进行了细致论证，一致认为本文件主要侧重于指导工程记录选取的操作流程与具体步骤，建议将文件名称由《工程选用强震动记录标准》修改为《工程选用强震动记录规程》。编制组采纳了专家建议，进一步修改完善后形成了本规程的征求意见稿。

2026 年 6 月，公开征求意见。为保证规程的普适性与科学性，编制组拟将《工程选用强震动记录规程》（征求意见稿）广泛发送至国内大型建筑及水利水电设计院、各省（自治区、直辖市）地震局、相关重点高校及科研院所等共计 20 余家单位征求意见，并定向邀请 40 余位业内资深专家进行函审。同时，该规程也在中国地震学会官网和全国团体标准信息平台上进行公开征求意见。

(四) 标准规范的对象和范围

作为强震记录选取的指导性文件，本规程规定了建设工程强震动记录的数据来源、数据处理、目标谱确定方法、地震场地条件、以及记录选取方法、步骤及技术要求。

本文件适用于下列情况的强震动记录处理与选用：

- a) 按 GB 50011 规定进行建筑结构弹塑性时程分析；
- b) 按 GB 17741 规定进行工程场地地震安全性评价。

其他类型建设工程抗震分析中的强震动记录选用可参考使用。

(五) 标准编制原则

(1) 科学性

规程中的强震动记录选取相关要求均基于专门科学研究成果的基础上，针对里面的具体条款和数值，均经过了大量的前期研究与调研，以保证科学，合理的进行强震动记录选取。

(2) 一致性

与我国现行建筑抗震设计规范与工程场地安全性评价和中国地震动参数区划图等要求均保持一致，规程设计时规避了可能的冲突和不一致的地方。

(3) 可操作性

强调了强震动记录选取的工程可操作性，避免相关流程过于复杂，避免增加过于繁琐的记录选取流程。

(六) 确定标准主要技术内容的依据和过程

6.1 术语、定义、符号和缩略语

文中重复次数较少的符号和缩略语并没有在本节中出现。给出的术语，均系本规程有关章节中所引用的。在编写本章术语是参考了 JG J/T 97—2011、GB/T 18207.1—2008、GB/T 18207.2—2008、GB 17741—2005 以及 GB 50011—2010 中界定的等相关标准中的相关术语。本规范所列术语是从本规范的角度赋予其涵义的，涵义不一定是术语的严格数学定义，主要说明术语在强震动记录工程选取的应用意义。本节对术语、定义、符号和缩略语进行了修订，删除了一些相对陈旧的词汇，增加了反映技术发展的应用术语。

6.2 强震动记录数据获取

(1) 强震动记录数据来源

模拟式强震仪和数字强震仪的记录相比具有如下缺点：

(1) 丢头现象；该问题主要是模拟式强震仪的触发机制导致的，当地震动不很强烈时，只能记录到地震动的尾部，丢掉最强烈的主要部分。(2) 记录的长周期记录能力不强。主要是因为模拟强震仪的精度不够，因而无法从强烈高频振动中识别出长周期成分。(2) 极大加速度的记录能力不足(4) 记

录分析的预处理问题，模拟式强震仪一般记录在记录纸或者胶卷上，在进一步分析时需要进行包含仪器校正和基线校正的数值化处理，不仅费时费力，而且会引入包含长周期误差在内的重要误差。

而数字强震仪一般不会丢头，振幅可变且长周期精度可以保证，周期范围宽，预处理大为简化，更关键的是，预处理由于计算机的参与大大提高了效率，并且可以有效避免引入不必要的误差。因此在工程记录选取时，应当尽量使用数字记录而避免使用模拟记录，如必须使用模拟记录，应当进行谨慎的处理和可用周期校核。

强震动记录在地震发生后需要经过必要的纠错处理和信号处理才可使用，因此这里建议使用强震动观测台网官方发布的公开观测记录，并以最新更新的记录结果为宜，如为历史记录，需注明记录来源和官方数据更新的时间，方便日后数据存档和管理。

现代国内外强震观测台网给出的公开发表记录里一般均会包含本条要求的地震信息和场地信息。尽量避免选用来源不明的，或者来源于不可靠资料的孤立加速度数据作为输入。竖直分量和水平分量的地震动特性是不尽相同的，因此强震记录必须具有明确的分量信息，不能混淆使用水平和竖直分量。

在目前地震工程研究普遍重视水平地震作用的原因有

二：

a) 从强震观测的纪录上看，竖向地震动的峰值普遍小于水平地震动峰值，一般为水平地震动峰值的 $1/2 \sim 2/3$ ，所以水平地震动更重要。

b) 结构体系一般具有较强地抗竖向荷载的能力（如柱的轴向刚度很大，结构设计时必须考虑死、活荷载的作用，所以结构有足够的竖向抗力），而抗水平作用在体系实现上比较困难，这就使得水平地震作用更具威胁性。

但是，实际观测到的竖向地震动峰值也有超过 $1g$ 的，况且当前的结构体系较之过去有很大不同，主要是大跨、超高的体系已很普遍。这样竖向地震动对结构的影响就不能忽视了，特别是P-Delta效应问题比较突出，需要研究。竖向地震作用在隔震结构中显得比较突出，因此在隔震结构中对竖向地震作用还是比较重视的。

(2) 强震动记录数据处理

对于数字强震记录来说，误差主要指低频误差，数字强震仪在记录较大加速度时，其加速度零线可能会出现微小跳动，从而导致最终的积分位移产生较大漂移。数字化记录零线漂移主要源于记录过程中产生的系统误差。由于记录过程中产生的误

差主要影响低频信息，因此称作低频误差。不经过校正的强震记录不可直接用于工程抗震分析，否则会导致该误差

传递到最后的计算结果中。

低频误差的误差包含仪器噪声和场地背景噪声两类。仪器噪声主要有电子噪声、可能因采样率和分辨率不足引起的误差、传感器材料和电路的微小磁滞效应以及其它不明原因引起的噪声。现代数字强震仪的低频响应特性良好，一般不需要对仪器的低频响应进行校正。数字强震仪的采样率通常为 200sps，对低频信号来说，这样高的采样率不会引起多大的低频误差。分辨率不足引起的低频误差也是很有限的。电子噪声的水平与仪器本身有关外，也受环境因素的影响。电子噪声会引起仪器记录的零基线产生微小的变动。噪声来自各种环境振动，包括海洋波浪、风、各种人为活动等。

经过基线调整和高低通滤波这些校正步骤可有效减小数字强震动记录低频误差，处理后的强震记录足以满足现代工程抗震设防的要求，具体步骤可参考规程附录A的一般流程。

a) 加速度基线漂移的机理较为复杂，因此基线校正方式也应当结合强震记录特点和最终的校正结果进行调整。

b) 对于某些长周期结构，进行强震记录滤波校正时，低频截止频率的设定可能滤除与结构响应影响很大的低阶模态对应的频率成分，因此在强震记录选取时，对应的高低通处理滤波频段应当一并给出。必须避免记录的可用频段无法覆盖工程要求的目标周期。

6.2 记录选取目标谱

强震动记录选取的核心在于目标反应谱 (Target Spectrum) 的确定。目标谱代表了工程场地在特定地震危险性水平下的地震动频谱特性预期，是记录初选、调幅匹配以及结构输入评价的基准。本规程结合我国抗震设计现状与地震工程学的发展，系统规定了规范设计反应谱、一致概率谱 (UHS) 和条件均值谱 (CMS) 作为可供选用的目标谱，以满足不同设防目标和不同复杂程度结构的弹塑性时程分析需求。

(1) 关于规范设计反应谱与一致概率谱 (UHS) 的适用性与局限性

在传统的结构抗震设计与常规时程分析中，工程界最常采用的是现行抗震规范规定的设计反应谱或通过场地地震安全性评价给出的一致概率谱 (UHS)。其中，设计反应谱是对大量实测地震动统计并经适当平滑包络处理后的包络谱；一致概率谱 (UHS) 则是基于概率地震危险性分析 (PSHA)，假定各个周期点的谱值具有相同的超越概率而连接形成的反应谱。

由于真实地震动在宽频带内的各个周期点通常无法同时达到同一设定的超越概率，以 UHS 或规范设计谱作为高层建筑、大跨度空间结构等宽频带（受高阶振型影响显著）

结构时程分析的目标谱时，往往会明显高估非基本周期频段的地震输入，导致多振型组合下的结构反应被高估，设计偏于保守。

(2) 关于引入条件均值谱 (CMS) 的理论依据与工程意义

为克服传统包络型目标谱的物理逻辑局限性，推进我国基于性能的抗震设计发展，本规程引入了条件均值谱 (CMS)。CMS 是一种考虑特定结构基本周期处谱值发生给定超越概率条件下的全周期谱值均值期望。其构建流程高度依赖于精细化的场地概率地震危险性分析：首先通过危险性解耦 (Deaggregation)，确定对条件周期处谱值贡献最大的特定设定地震参数，包括震级、断层距以及标准差系数；随后，依托反应谱皮尔逊相关系数模型结合适用的地震动预测方程计算得到与场地危险性最为吻合的目标谱。本规程推荐在重大工程、超限高层及隔震减震结构的精细化分析中采用 CMS。因为 CMS 能够提供与潜在真实地震频谱特征最相符的地震动预期，既具备严密的概率理论基础，又能有效剥离 UHS 的过度包络效应，从而获得更加经济、合理且符合真实物理规律的结构抗震分析结果。

(3) 关于参数选取与实操性

保障为确保 CMS 构建及选波过程在工程中具备可操作性，本规程在正文及附录中明确给出了概率危险性离散化表达方法、标准差系数的求解公式。同时，对于呈现多峰解

耦结果（如近场中强震与远场大震双峰控制）的特殊场地，本规程明确规定宜针对不同的贡献主峰分别构建设定地震与 CMS，并分类选取强震动记录，以确保结构安全性评估无遗漏。

6.3 地震信息与场地信息匹配

（1）震级与距离条件

震级作为在地震动的影响三要素中对地震动频谱成分影响最显著的因素，比距离与场地因素对反应谱谱型的影响都要突出。此外，作为在分析结构非线性响应中考虑累积损伤破坏效应不可忽视的持时因素，其和整个破裂面的破裂时间、震源的释放能量直接关联，因此应当作为首要筛选条件。震级筛选范围本身是为了强震记录选取服务，因此其上下限应当与已有的强震记录库和一般工程实践相匹配。如震中烈度为最小的 VI 度，则依据震中烈度和震级的换算公式 $M=0.66I_0+0.90$ ，那么震级下限值为 4.5 级，地震灾害损失实践中也一般认为破坏性地震的震级是应当不低于 4.5 级的。在各设防目标峰值加速度下，按照本规程建议进行筛选震级后选波结果满足要求的比例要显著高于筛选前。考虑到现在强震记录的积累情况，若依据计算外推结果设置了过高的震级下限，那么用于记录选取的数量会大量减少。为协调这种矛盾的情况，震级下限的最大值设定为 6.5。

除了震级外，距离一直作为地震动传播路径因素的描述参数参与记录筛选。国内外学者针对距离在初选条件中的作用做了很多研究和验证，普遍认为距离与结构非线性响应的相关性是低于震级的。在地震动选取初步筛选时，在震级条件已经进行约束的前提下可以适当放宽对距离的要求。因此这里不再做具体规定。

由于大震下震源的断层尺寸不可忽略，震级不低于6.5级的记录应当基于断层位置计算对应的断层距。对于小震，断层尺寸可以忽略，可以认为其震源为点源，因而采用震中距作为距离参数即可。

但是，地震动的高频成分随距离衰减较快，大震在远场的长周期分量较为显著，由于共振效应对高层、桥梁等长自振周期结构可能造成严重破坏，如果待建场址为较软土层，这种现象会更加显著。这也是我国抗震规范区分近、远震和设计地震分组的设置初衷。因为我国抗震规范里弹塑性时程分析的主要对象为高层/超高层结构，若将近场的地震动记录作为地震动输入用于高设防烈度区的远场结构（第三设计分组），那么显然是不符合物理意义的，得到的结构响应结果也会由于输入记录的近远场差别造成不小的离散性，可能会低估真实的结构响应。因此本规程将单独针对高烈度区的第三设计分组限制对应的距离范围以避免该问题。

（2）场地条件

局部场地条件中，诸如介质不均匀性，地形地貌因素和土结相互作用等均会对地震动特性影响因素。由于场地反应本身存在复杂性和离散性，其在初选条件中的优先级是低于震级和距离的，若最后的备选记录数量比较充裕，则可结合目标场址的场地类型做进一步筛选，不应采用与目标场地类型显著不符的台站记录，宜采用与目标场地类别相同或者相差一类的记录。

目前我国强震台站的场地一般粗略划分为“基岩”和“土层”两种，作为另一部分重要数据来源的国外记录数据库，除了日本强震台网（KiKnet与Knet）外，一般仅给出台站场地30m钻孔剪切波速的Vs30以及对应的美国NEHRP分类作为参考。目前我国工程和科研使用较广泛的NGA强震记录数据库也是如此，而我国抗震规范采用20m等效剪切波速和覆盖土层厚度这两个参数来标定场地类别。研究人员很难直接获得详细的钻孔资料，因此很难换算得到对应的我国规范场地分类。针对该问题，我们给出以下解决方案：

通过Vs30与我国抗震规范场地分类的换算关系进行场地类别判定。利用美国、日本、台湾等不同地区强震观测台站的钻孔资料对其进行了我国场地分类，然后拟合回归了我国不同场地类别的对应Vs30范围，将结果整理为表1。作为选波依据。

（3）重大工程设定地震条件

对于重大建设工程，安全性评价天然强震记录选取地震安全性评价是根据建设工程场址周围地震环境调查、地质条件勘测的结果，综合评价和分析计算，按照工程类型、性质、重要性，科学合理地给出符合工程抗震设防要求相应的地震动参数。我国规定对于重大建设工程，必须进行地震安全性评价，并根据该结果指导抗震设防。目前我国地震安全性评价工作一般以基于一致概率谱 (UHS, Uniform Hazard Spectrum) 的人造地震动作为基岩面输入，采用一维土层等效线性化方法得到考虑场地反应的地面人造地震动。现行规范《工程场地地震安全性评价 (GB 17741-2005)》规定：“本地有强震动记录时，宜充分利用其合成适合工程场地的基岩地震动时程”，但由于地震动本身的不可重复性与随机性，在待建工程场地附近很难找到满足设防要求的天然强震记录。因此本规程要求，强震记录选取应当依据确定性危险性分析或概率地震危险性分析的设定地震震级、距离进行一定范围内的筛选。

在求解出各可能地震事件的贡献比例后，确定最终设定地震的思路主要有两种：最大贡献地震和平均影响地震。前者定义为贡献比例最大的 (M-R- ϵ) 组合；后者则是将每个可能的设定地震组合按照贡献比例进行加权平均得到的结果。最大贡献地震和平均影响地震均为危险性分析解耦的重要产出。当近、远场同时出现高贡献比例的设定地震组合时，

应当给出不同区域对应的最大贡献地震作为设定地震；如主要贡献地震事件所在区域相对较为集中，为全面考虑整个潜源区内所有微元对场地的影响特征，宜采用平均影响地震作为设定地震。

当目标场址通过地震动确定性危险性分析或者危险性分析确定了设定地震后，震级和震中距一般情况下采用目标设定地震事件（ M, R ）一定误差范围（ $M \pm \Delta M, R \pm \Delta R$ ）内的结果即可，震级作为优先级最高的强震记录选取参数震级浮动区间一般定为 $\pm 0.25M$ 到 $\pm 0.20M$ 之间。浮动区间应当不超过1.5。

（4）近断层效应

近断层是工程地震学家们为了区别台站至断层之间距离的粗略划分。近断层地震动强烈地受到震源破裂过程的影响，其范围与地震大小、断层尺度密切相关。一般来说，一次强烈地震中位于近断层区的建（构）筑物遭受的破坏是最为严重的。近断层地震动具有巨大的破坏潜力，近断层脉冲的周期位于1~2 s的范围内，可以和某些结构（例如桥梁和中等高度的建筑物）的固有周期相比较，许多桥梁和中等高度的建筑物都受到了严重的破坏。随着近断层强震记录的不断增多，使得全面揭示近断层强地震动的特点成为可能。近断层地震动显著地不同于远离断层的地震动。上盘效应，破裂方向性效应等，由后两种效应引起的不同长周期脉冲以

及由破裂传播和辐射图导致的垂直断层走向的地震动大于平行断层走向的地震动是近断层地震动的重要特点。参考美国ATC-63指南的相关规定，这里以15km以内作为近断层地震动的划分界限，同时要求涉及该方面的强震动记录选取应当专门研究。

为了防范近断层效应对建筑结构造成的严重威胁，克服常规选波方法容易低估近断层响应的缺陷，本文件给出了近断层强震动记录选取的系统性约束要求与定量判定方法。具体包括：

a) 明确了速度脉冲的识别标准：在附录中不仅给出了基于 PGV 和波形特征的经验初步筛选条件，还引入了目前国际学术上使用最为广泛的基于连续小波变换和逻辑回归模型（脉冲指数 PI）的定量提取与判定指标，使脉冲波的界定更加客观、科学。

b) 规定了脉冲波组的构成比例：要求在为近断层场地选取的强震动记录集中，具有明确速度脉冲特征的天然强震动记录数量不应少于总数的 1/2，以真实反映近断层地震动的出现概率和致灾特征。

c) 强调了空间方向性与最不利输入：要求将强震动记录的两个水平正交分量通过坐标变换旋转至断层法向（FN）和断层走向（FP），并明确提出应重点考察和关注断层法向（FN）分量对结构抗震性能的影响。

6.4 强震动记录调幅与匹配

强震动记录的调幅与目标谱匹配是时程分析输入数据处理的核心环节。本节条文重点对调幅系数限值、目标匹配周期段的界定、记录输入数量以及同源记录比例进行了科学的约束，其主要依据与说明如下：

(1) 关于调幅系数的取值范围与限值

调幅的本质是对原始强震动记录进行单一比例的线性缩放。研究表明，强震动记录经过调幅后，其对结构非线性响应的影响主要来源于非目标周期频段外谱型的不合理改变。理论上，调幅系数越接近 1.0，引入的谱形偏差越小。在目标谱确定的前提下，调幅系数上限的界定主要受限于当前国内外天然强震动记录数据库的容量。基于国内外相关强震数据库的研究成果表明，当调幅系数大于 10 时，继续放宽调幅限制已经无法实质性地增加可用记录的数量，反而会引入严重失真的地震动高频或低频成分，无益于改善最终的计算结果。因此，本规程从控制时程分析偏差的角度出发，严格限制了调幅系数的上限范围。

(2) 关于目标匹配周期段的界定依据

目标匹配周期段的选择必须兼顾结构动力学响应的两个核心特征：一是必须充分考虑结构高阶振型的参与影响（偏重高频/短周期段）；二是必须包络结构进入弹塑性变形阶段

后产生的等效周期延长效应（偏重低频/长周期段）。

本规程在界定匹配周期段时，参考了欧洲抗震规范（EuroCode 8）与美国抗震规范（ASCE/SEI 7）中以 $[0.2T_1, 1.5T_1]$ 为基准区间。同时，为兼顾目标谱的实际可用周期范围以及复杂结构高阶振型的充分激发，本规程进行了精细化调整：规定上限取 1.5 倍结构基本周期与目标谱最大周期两者的较小值；下限取振型参与质量不低于总质量 90% 的高阶振型周期与 0.2 倍结构基本周期两者的较小值。

（3）关于输入记录数量与单条记录误差控制

以往工程实践中常采用“3 条记录取包络最大值”或“7 条记录取平均值”的方案。编制组相关研究表明，这两种方案的累积概率分布存在本质差异：“3 条取大值”方案的计算结果期望值显著高于理论响应真值，且其结果分布及安全保证率受单条地震波离散性的影响极大，极易导致设计结果畸高且不稳定；而“7 条及以上取平均值”方案，其计算期望值更逼近结构响应的理论真值本身，受离散性影响较小。因此，本规程推荐优先采用 7 条及以上记录取平均值的输入方案。同时，为确保计算结果具有稳定的安全保证率，不仅规定了平均反应谱的匹配误差限值，还强制引入了对单条强震动记录反应谱与目标谱相对误差（如控制在 50% 以内）的约束，以避免采用离散性过大的记录进行人为拼凑。最后给出了考虑选波结果离散性的结构响应均值修正公式。

天然地震动具有极强的随机性和不确定性，这种不确定性包含事件间残差（Inter-event residual）和事件内残差（Intra-event residual）。如果在选波时过度集中选用来自同一地震事件或同一地震观测台站的记录，分析得到的结果往往只能反映该特定地震事件或特定台址场地的结构响应特征，严重削弱了地震动不确定性在结构抗震分析中的体现。对同源记录比例进行严格限制（如不宜超过 1/3），旨在强制工程选用具有广泛代表性和多样性的地震动样本。

(七) 标准实施的措施建议

国内虽然强震动记录使用人员较多，但是由于工程技术和科研人员相关知识掌握程度不一，建议对有关设计单位和科研院所人员进行宣讲，培训，并总结已有的记录选取实际案例和经验，切实达到规范我国强震动记录工程选取工作的目的。